

Acta Medica Okayama

Volume 6, Issue 3

1938

Article 6

MÄRZ 1940

(Vorstand : Prof. Dr. M. Ogata). Über das
Warmeisoliationsvermögen der *Quercus*
dentata (japanisch : Abemaki) als Ersatzmittel
für Kork

Kazuyoshi Ohtawara*

*Okayama University,

Copyright ©1999 OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL. All rights reserved.

(Vorstand : Prof. Dr. M. Ogata). Über das
Warmeisoliationsvermögen der Quercus
dentata (japanisch : Abemaki) als Ersatzmittel
für Kork*

Kazuyoshi Ohtawara

Abstract

Aus den bisher aufgeführten Ergebnissen konnte ich kurz folgende Schlüsse ziehen : 1. Das Wärmeisoliationsvermögen der aus der Quercus dentata hergestellten Korkplatte ist ungefähr gleich dem der Asphalt-Korsil-platte, und zwar übertrifft die erstere, genau gesagt, die letztere darin ein wenig. 2. Beim Anheizen des Zimmers ist die Zufuhr einer größeren Warmemenge vorteilhafter als die einer geringeren. 3. Bei beiden Isolationsplatten ist eine Warmespeicherung kaum nachweisbar. 4. Die Wärmeleitfähigkeit betrug bei der Abemaki-Korkplatte $0.056 \text{ Cal} / \text{m}^2 \text{ st} \times 2103$;, bei der Asphalt-Korsilplatte $0.064 \text{ Cal} / \text{m}^2 \text{ st} \times 2103$;

Aus dem Hygienischen Institut der Med. Fakultät Okayama
(Vorstand : Prof. Dr. M. Ogata).

**Über das Wärmeisoliationsvermögen der
Quercus dentata (japanisch : Abemaki)
als Ersatzmittel für Kork**

Von

Kazuyoshi Ohtawara.

Eingegangen am 25. Mai 1939.

Einleitung.

Das Isolationsmaterial hat eine besonders große Bedeutung für japanische Leichtbauweisen, denn die Häuser haben so dünne Außenwände, daß der Aufenthalt in ihnen bei stärkerer Winterkälte oder während der heißen Sommerzeit unbehaglich werden muß. Inbezug auf Wändeisolation sind seit länger Zeit, besonders in Deutschland, von vielen Forschern nach der technischen Seite hin vor allem von *Knoblauch*, *Hencky*, *Nussbaum*, *Schlachner* u. a. Untersuchungen angestellt worden.

Unter den Hygienikern wandte vor allem *Flügge* sein Interesse dieser Frage zu, und in seinem Institute sind bereits eine Anzahl Arbeiten erschienen. Insbesondere wurden von *Korff-Petersen*^{1, 2, 3)}, *Liese*⁴⁾ und *Nuck*, *Gistl*⁵⁾, und *Jacobsen*⁶⁾ viele diese Frage behandelnde Arbeiten veröffentlicht. Die japanische Literatur über diese Frage ist noch verhältnismäßig gering. Zu erwähnen sind die Arbeiten von *Masanori Ogata*⁷⁾, *T. Yokote*⁸⁾, *Sawano*⁹⁾, *T. Fuji*¹⁰⁾, *Masuo Ogata*¹¹⁾, *U. Miura*¹²⁾, *S. Naruzawa*¹³⁾, *T. Inoue*¹⁴⁾, *T. Hirota*¹⁵⁾, *Fuji*, *Kaku*, *Kosuma* u. *Masuda*¹⁶⁾ u. a.

Von diesen Autoren beschäftigte sich Prof. *Masuo Ogata*¹¹⁾ mit diesen Fragen im Jahre 1925, besonders hinsichtlich der Bedeutung der Wandisolation für die Wärmewirtschaft im Hausbau bei Prof. *Korff-Petersen*, und behandelte den Einfluß verschiedenartiger Isolation der Wand mit Torfoleumplatten oder Holz auf die Ausnutzung der zugeführten Wärme und auf die Wärmeschutzkraft des Torfoleums sowie des Holzes.

In Anbetracht der wirtschaftlichen Notwendigkeit beschäftigte ich mich unter Leitung von Prof. Dr. *M. Ogata* mit dem Wärme-

isoliationsvermögen des aus der Quercus dentata (Abemaki) verarbeiteten Korkes, weil dieses Material in unserer Gegend leicht verwendbar ist. Dann habe ich auch untersucht, welche Heizmethode (rasches oder langsames Anheizen) vorteilhafter ist, und weiter habe ich das Wärmeisoliationsvermögen des aus der Quercus dentata verarbeiteten Korks mit dem des deutschen Asphalt-Korsils (Korkplatte) verglichen.

Beschreibung der Versuchsanordnung.

Für meine Versuche habe ich einen großen Holzkasten, dessen Innenoberfläche je Kastenwand 1 qm. beträgt, benutzt. Von den 4 Seitenwänden des Kastens sind 3, ebenso wie Deckel und Boden, mit Lagen von feinem Sand, Papier, Watte und Wollzeug ausgefüllt, um die Innenwärme möglichst zu halten.

Die vierte Wand wurde als Versuchswand verwendet und die Versuchsplatte in die Wand eingesetzt. Auf diese Weise habe ich den Wert des aus der Quercus dentata verarbeiteten Korkes als Wärmeisoliationsstoff mit dem von Asphalt-Korsil verglichen. Die Lücke, die sich zwischen Seitenwand und Deckel sowie Seitenwand und Boden ergab, wurde mit Papier und Watte überdeckt. Der Versuchskasten stand in einem großen Zimmer, dessen Seitenwände sowie Decke und Boden mit Korkplatten bedeckt waren und dessen Fenster so klein als möglich gehalten und verdoppelt waren, um die Zimmertemperatur konstant zu erhalten.

Als Wärmequelle benützte ich einen elektrischen Ofen (nach *Westinghaus*), der in der Mitte des Kastens angebracht wurde. Um die Wirkung der Wärmeausstrahlung möglichst auszuschalten, wurde der Ofen mit schwarzen Metallplatten bedeckt, die Spannung und Stromstärke wurde durch Vorschalten eines Widerstandes geregelt und der Stromverbrauch für die Heizung mittels Ampère- und Voltmeter gemessen; außerdem wurde durch Wattmeter der gesamte Stromverbrauch berechnet. Als Anheizmethode habe ich rasches Anheizen und langsames Anheizen angewandt, indem beim raschen Anheizen 2.0 Ampère und 56 Volt, beim langsamen 1.5 Ampère und 46 Volt zugeführt wurden.

Die Wärmeverteilung auf die verschiedenen Wandschichten wurde mit Thermoelementen aus Kupfer-Konstantan, die zu je zweien hintereinander geschaltet und mit einem *Machaus*-Schleifengalvanometer verbunden waren, gemessen. Um eine möglichst genaue Mitteltemperatur der einzelnen Wandschichten zu gewinnen, wurden die 3 Lötstellen der Thermoelemente in den Diagonalen des

dentata (japanisch : Abemaki) als Ersatzmittel für Kork.

379

Wandlängsschnitts von oben nach unten in einer Ebene verteilt. Die Lötstellen der Thermoelemente waren wie folgt verteilt; 1. im Innenluftraum des Kastens, 2. auf der Innenseite der Versuchswand, 3. auf der Außenoberfläche der Versuchswand, 4. im äußeren Luftraum. Die Zimmertemperatur wurde daneben mittels eines geeichten Quecksilberthermometers festgestellt.

Als Versuchsmaterial habe ich, wie oben schon erwähnt wurde, eine aus *Quercus dentata* hergestellte Korkplatte von 5 cm Dicke und als Kontrollplatte Asphalt-Korsil (deutsche Korkplatte) von 4 cm Dicke verwendet.

Versuch 1.

Vergleich von Abemaki-Kork und Asphalt-Korsil hinsichtlich der notwendigen Wärmemengen und Anheizzeiten zur Erreichung einer Temperaturdifferenz von 14°C zwischen Innen- und Außenluft. Zunächst habe ich untersucht, wieviel Wärme und Zeit aufgewendet werden muß, um die Luft im Innern des Versuchskastens auf eine Temperatur zu erwärmen, die ca. 14°C höher als die der Luft des Versuchszimmers ist. Es ist notwendig, bei diesen Versuchen die verschiedenen äußeren Bedingungen zu berücksichtigen. Vor Beginn der Untersuchung muß die Temperatur der Luft des Kastens und des Zimmers sowie die an beiden Oberflächen der Versuchswand möglichst gleich sein und der Einfluß der Außentemperatur muß bei jedem Versuch möglichst derselbe bleiben. Deswegen habe ich den Versuch immer zwischen 11–12 Uhr vormittags an wolkigen Tagen ausgeführt, da in dieser Zeit Außentemperatur und Zimmertemperatur ungefähr konstant bleiben. Während der Ausführung dieses Versuches habe ich die Fenster mit einer schwarzen Tuchhülle bedeckt, um die Temperatur der Zimmerluft konstant zu erhalten. Die Ablesung der Temperatur erfolgte $1/4$ - oder $1/2$ -stündlich, der Strom wurde ausgeschaltet, wenn die Innentemperatur die gewünschte Höhe erreicht hatte. Der Temperaturverlauf wurde in Kurven aufgezeichnet und nach diesen Kurven konnte ich die Zeitdauer, die zur Erwärmung der Innenluft um ungefähr 14°C notwendig ist, bestimmen und damit auch die notwendige Wärmemenge berechnen.

Bei raschem Anheizen wurden zur Erreichung einer Temperaturdifferenz von ca. 14°C bei Isolation mit Abemaki-Korkplatte 111 Kalorien, dagegen bei der mit Asphalt-Korsilplatte 140 Kalorien verbraucht und sind 70 Minuten bei der mit Abemaki-Korkplatte, dagegen 86 Minuten bei der mit Asphalt-Korsilplatte nötig. Das Verhältnis der Kalorien beider Isolationsstoffe ist 1 : 1.26. Bei lang-

Tabelle 1. Zur Erreichung einer Temperaturdifferenz von ca. 14°C notwendige Wärmemenge und Zeitdauer.

Art des Anheizens	Art des Isolationsmaterials				
	Abemaki-Korkplatte		Verhältnis Ab : As	Asphalt-Korsilplatte	
	nötige Zeit in Minuten	nötige Wärmemenge in Kalorien		nötige Zeit in Minuten	nötige Wärmemenge in Kalorien
Mit größerer Wärmemenge G	70	111	1 : 1.26	86	140
Mit kleinerer Wärmemenge K	225	221	1 : 1.08	240	238
Verhältnis G : K		1 : 1.99			1 : 1.70

samem Anheizen bestehen ähnliche Verhältnisse, obgleich in beiden Fällen diese Heizmethode mehr Wärme verbraucht, und hier sind bei der Isolation mit Abemaki-Korkplatte 221 Kalorien und 225 Minuten, dagegen bei der mit Asphalt-Korsilplatte 238 Kalorien und 240 Minuten nötig. Das Verhältnis der Kalorien von Abemaki-Kork- zu Asphalt-Korsilplatte ist 1 : 1.08. Das Verhältnis der Kalorien beim Anheizen mit größerer Wärmemenge zu denen beim Anheizen mit kleinerer Wärmemenge ist bei Isolation mit Abemaki-Korkplatte 1 : 1.99, dagegen bei der mit Asphalt-Korsilplatte 1 : 1.70. Aus diesem Ergebnis kann man in wärmeökonomischer und wärmeschützender Hinsicht den Schluß ziehen, daß Abemaki-Korkplatte (5 cm Dicke) etwas stärker isolierend als Asphalt-Korsilplatte (4 cm Dicke) wirkt.

Versuch 2.

Die Anheizdauer bei kleiner und größerer Wärmezufuhr. Wie schon im Jahre 1925 Prof. M. Ogata veröffentlicht hat, ist für die Wärmeökonomie die Frage der Heizmethode von nicht geringer Bedeutung. So habe ich die Kurve der Temperaturerhöhung der Luft im Versuchskasten bei größerer und geringerer Wärmezufuhr in der Zeiteinheit beobachtet. Dabei habe ich große Unterschiede gefunden, wie nachfolgende Tabelle 2 zeigt.

Wie man aus der Tabelle 2 ersieht, ergab sich durch Anheizen mit größerer Wärmezufuhr deutlich bei beiden Versuchswänden ein großer Vorteil. Bei Isolation mit Abemaki-Korkplatte wurde nach einstündigem Anheizen mit größerer Wärmezufuhr eine Innentemperatur des Kastens von 13.21°C erreicht, dagegen waren zur Erreichung der gleichen Temperatur beim Anheizen mit kleinerer

dentata (japanisch : Abemaki) als Ersatzmittel für Kork.

381

Tabelle 2. Erreichte Innentemperatur des Versuchskastens nach Heizstunden.

Zeit	Art des Isolationsmaterials			
	Abemaki-Korkplatte		Asphalt-Korsilplatte	
	größere Wärmezufuhr	kleine Wärmezufuhr	größere Wärmezufuhr	kleine Wärmezufuhr
1 Stunde	13.21°C (97.0 W.E.)	8.84°C	12.81°C (101.0 W.E.)	9.25°C
2 Stunden		12.08°C		11.78°C
3 „		13.62°C (179.0 W.E.)		13.17°C (179.0 W.E.)
4 „		14.54°C		14.44°C

Wärmezufuhr 3 Stunden nötig. Bei Anwendung von Asphalt-Korsil bestehen ähnliche Verhältnisse, obgleich in beiden Fällen diese Heizmethode einige Stunden mehr benötigt. Bei beiden Isolationen wurde, während die zugeführten Wärmeeinheiten sich wie 1 : 1.77 verhielten, bei Zufuhr der größeren Wärmemenge die gleiche Temperatur 3 mal so schnell erreicht als bei kleiner, wobei der Unterschied etwas größer ist bei Abemaki-Kork- als bei Asphalt-Korsil-isolation. Aus diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, daß beim ersten Anheizen eines kalten Zimmers mit größerer Wärmezufuhr angefangen werden sollte, damit die gewünschte Zimmertemperatur schnell und mit geringeren Kosten erreicht wird.

Versuch 3.

Die gespeicherte Wärme. Die einem Raum zugeführte Wärme geht z. T. durch Transmission an die Außenluft verloren, z. T. wird sie in der Wand gespeichert. Diese gespeicherte Wärme dient sowohl der Behaglichkeit des Innenraums wie auch der Erwärmung des kalten Zimmers nach Aufhören der Heizung. Man kann diese gespeicherte Wärmemenge durch direktes Ablesen der Temperatur in den betreffenden Wandschichten finden. Ich habe die Berechnung dieser gespeicherten Wärmemenge nach folgender Formel durchgeführt:

Die von der Innenluft an die Versuchswand abgegebene Wärmemenge nach der Formel

$$Q = aF (T_i - T)$$

und die von der Versuchswand an die Außenwandoberfläche abgegebene Wärmemenge nach der Formel

$$Q_1 = aF (T_1 - T_a)$$

Die Differenz $Q - Q_1$ ist ungefähr gleich der gespeicherten Wärmemenge. Dieser errechnete Wert stimmt nicht genau mit der direkt gemessenen Wärmemenge überein, weil ein Teil der zugeführten Wärme durch die Ecken des Kastens abströmt, worauf schon Prof. M. Ogata in seiner Arbeit hingewiesen hatte. In den oben dargestellten Formeln ist Q und Q_1 : Wärmemenge, F : Oberfläche der Wand (in meinem Fall $F = 1 \text{ qm.}$), T : Temperatur auf der Innenoberfläche der Versuchswand, T_i : Temperatur der Kasteninnenluft, T_1 : Temperatur auf der Außenoberfläche der Versuchswand, T_a : Temperatur der Außen- (Zimmer-) luft, $a = a' + Cw$, Cw : Strahlungskoeffizient (sowohl für Abemaki-Korkplatte als auch für Asphalt-Korsilplatte 3.5 gesetzt), a' : Wärmeübergangszahl (ich habe sowohl für Innen- als auch für Außenluft $a' = 2.2$ nach Hencky¹⁷⁾ und Ogata¹¹⁾ gesetzt, da die Verhältnisse an beiden Wandseiten hinsichtlich der Luftbewegung ungefähr als gleich angesehen werden können). Die Temperaturdifferenzen $T_i - T$ bzw. $T_1 - T_a$ werden, wie nachher geschildert werden wird, auf planimetrischem Wege festgestellt.

Diese gespeicherte Wärmemenge beträgt bei Abemaki-Korkwand 16.15 Kalorien und bei Asphalt-Korsilwand 14.18 Kalorien nach $1\frac{3}{4}$ stündigem Anheizen mit größerer Wärmezufuhr. Bei beiden Versuchswänden ist die gespeicherte Wärme sehr gering und beinahe gleich. Das Verhältnis von gespeicherter Wärme zur insgesamt zugeführten Wärmemenge (171.6 und 177.1 Kalorien) beträgt nur 1:9 und 1:8. Deswegen war die zurückfließende Wärme nach Aufhören der Heizung nicht nachweisbar, wie aus nachfolgender Kurve deutlich ersichtlich ist, obgleich ich hinsichtlich der Tatsache, daß bei Anwendung von Abemaki-Korkwand nach Aufhören der Heizung die Temperatur der Innenwand etwas höher als die Innenlufttemperatur ist (wie man aus der Kurve 1 ersieht) annehmen möchte, daß dies auf die Rauigkeit der Oberfläche der Abemaki-Korkwand zurückzuführen ist.

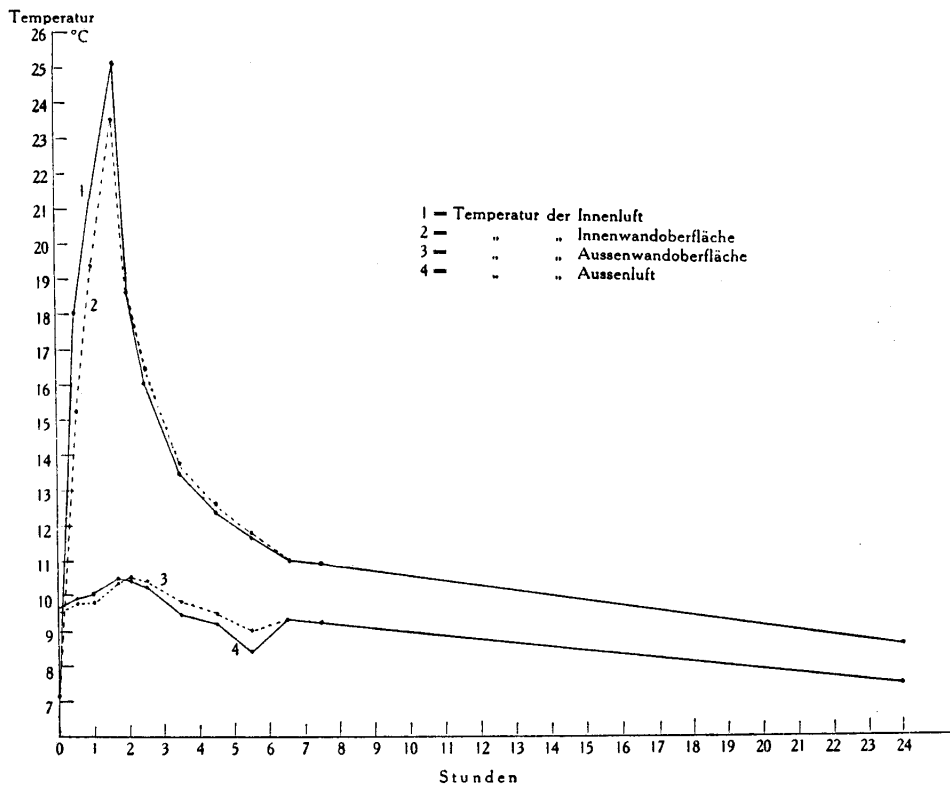
Versuch 4.

Über die Wärmeleitzahl. Bei den bisher besprochenen Versuchen fand ich, daß die Wärmeschutzkraft der Abemaki-Korkplatte ungefähr gleich der der Asphalt-Korsilplatte ist. Aus diesem Grund möchte ich sagen, daß die billige Abemaki-Korkplatte als Wandisulationsmaterial an Stelle der Asphalt-Korsilplatte benutzt werden kann. Bei diesem Versuch habe ich weiter die Wärmeleitzahl beider Materialien festgestellt. Die Berechnung wurde nach folgender Formel durchgeführt:

$$Q = k_1 F (T_i - T) = k_2 F/D (T - T_1) = k_3 F (T_1 - T_a)$$

Es bedeutet Q : Wärmemenge, die von der einen Seite durch die Wand hindurch auf die andere Seite gelangt, indem sie zunächst von der Innenluft an die Oberfläche der inneren Wand übertragen, dann von Schicht zu Schicht der Wand geleitet und schließlich an die gegenüberliegende Oberfläche gelangt, wo sie an die Außenluft übertragen wird. Also bedeutet k_1, k_2, k_3 : Wärmedurchlässigkeits-

Kurve 1. Isolation mit der Abemaki-Korkplatte
(rasches Anheizen).



zahl von der Innenluft an die Wandoberfläche, die von der Innenoberfläche an die gegenüberliegende Wandoberfläche und die von der Außenwandoberfläche an die dort angrenzende Luft übergeht. F : Fläche der Wand (in meinem Fall 1 qm.), D : Dicke der Wand (bei Abemaki-Korkplatte 5 cm, bei Asphalt-Korsilplatte 4 cm), T_i : Temperatur der Kasteninnenluft, T : Temperatur auf der Innenfläche der Versuchswand, T_1 : Temperatur auf der Außenfläche der Versuchswand, T_a : Temperatur der Außenluft (Zimmertemperatur).

Von den oben gewählten Formel kann man nachfolgende drei Gleichungen erhalten:

$$Q \cdot l/k_1 = F (T_i - T)$$

$$Q \cdot D/k_2 = F (T - T_1)$$

$$Q \cdot l/k_3 = F (T_1 - T_a)$$

Bei Addition der drei Gleichungen ergibt sich dann:

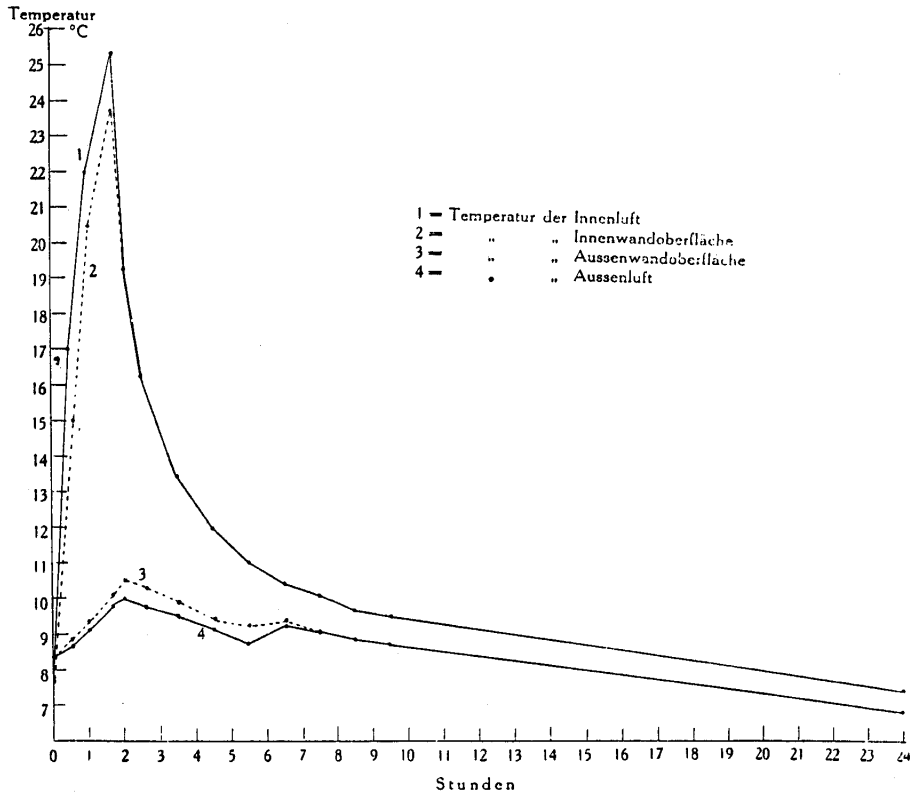
$$Q (l/k_1 + D/k_2 + l/k_3) = F (T_i - T_a)$$

$$F (T_i - T_a) / K (l/k_1 + D/k_2 + l/k_3) = F (T_i - T_a)$$

$$\therefore Q = KF (T_i - T_a)$$

$$\therefore K = l / (l/k_1 + D/k_2 + l/k_3)$$

Kurve 2. Isolation mit der Asphalt-Korsilplatte
(rasches Anheizen).



Dabei bedeutet K: die gesamte Wärmeleitungszahl der Versuchswand.

Zur Berechnung dieser Faktoren habe ich folgenden Versuch durchgeführt: Der Versuch wurde so geleitet, daß die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft nach dem Anheizen mit größerer Wärmezufuhr (1¼ Stunden lang) ungefähr 14°C erreichte.

Dabei wurde die notwendige Stromstärke mit Hilfe eines Widerstandes, wie schon oben erwähnt, immer möglichst konstant gehalten. Der Strom wurde ausgeschaltet, wenn die Innentemperatur die gewünschte Höhe erreicht hatte. Der Temperaturverlauf wurde in nachfolgenden Kurven aufgezeichnet :

Nach diesen Kurven kann man die Temperatur der verschiedenen Wandschichten, die zur Berechnung der Wärmeleitzahl nötig sind, berechnen. Dabei habe ich mit Hilfe der planimetrischen Methode die mittlere Temperatur berechnet.

Die Temperaturdifferenz zwischen Innenluft und Innenwand, sowie zwischen Außenwand und Außenluft werden zeitlich auf Kurven aufgezeichnet, wobei die Temperatur als Ordinate und die Zeit als Abszisse, wie aus Kurve 1 und 2 ersichtlich, dargestellt wird.

Mittels des Planimeters habe ich den Flächeninhalt der Kurven bestimmt und dadurch die durchschnittliche Temperaturdifferenz gefunden. Die auf diese Weise berechnete durchschnittliche Temperaturdifferenz wurde in die oben gegebene Formel eingeführt und dadurch die gesamte Wärmeleitzahl beider Isolationsstoffe gefunden. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind folgende :

Abemaki-Korkplatte	0.056 Cal / m ² st °C
Asphalt-Korsilplatte	0.064 „ „

Nach diesen Ergebnissen kann man annehmen, daß als Wärmeisoliationsmaterial die aus der *Quercus dentata* hergestellte Korkplatte wirksamer ist, als die Asphalt-Korsilplatte.

Zusammenfassung.

Aus den bisher aufgeführten Ergebnissen konnte ich kurz folgende Schlüsse ziehen :

1. Das Wärmeisoliationsvermögen der aus der *Quercus dentata* hergestellten Korkplatte ist ungefähr gleich dem der Asphalt-Korsilplatte, und zwar übertrifft die erstere, genau gesagt, die letztere darin ein wenig.
2. Beim Anheizen des Zimmers ist die Zufuhr einer größeren Wärmemenge vorteilhafter als die einer geringeren.
3. Bei beiden Isolationsplatten ist eine Wärmespeicherung kaum nachweisbar.
4. Die Wärmeleitzahl betrug bei der Abemaki-Korkplatte 0.056 Cal / m² st °C, bei der Asphalt-Korsilplatte 0.064 Cal / m² st °C.

Zum Schluß möchte ich Herrn Prof. Dr. M. Ogata meinen verbindlichsten Dank für seine freundliche Leitung und Anregung bei der Ausführung meiner Versuche aussprechen.

Literatur.

- ¹ Korff-Petersen, Ztschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 89, 1919. — ² Korff-Petersen u. Liese, Ebenda Bd. 93, 1921. — ³ Korff-Petersen u. Liese, Ebenda Bd. 96, 1922. — ⁴ Liese, Ebenda Bd. 98, 1922. — ⁵ Gistl, Gesundheit-Ing. Jg. 60, Heft 19, 1937. — ⁶ Jacobsen, Ebenda. — ⁷ Masanori Ogata, Tokyo-Igakkai-Zasshi Bd. 16, Heft 5, 1902. — ⁸ T. Yokote, Ebenda Bd. 4, Heft 3, 1890. — ⁹ Sawano, Gunidan-Zasshi Bd. 94, 1920. — ¹⁰ T. Fuji, Kyoto-Igakkai-Zasshi Bd. 18, Heft 3, 1921. — ¹¹ M. Ogata, Ztschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 104, Heft 1/2, 1925. — ¹² U. Miura, Kokumin-eisei Bd. 3, 1925 (Japanisch). — ¹³ S. Naruzawa, Kyoto-Igakkai-Zasshi Bd. 20, Heft 8, 1923. — ¹⁴ T. Inoue, Okayama-Igakkai-Zasshi Bd. 43, Heft 7, 1931. — ¹⁵ T. Hirota, Ebenda Bd. 49, Heft 10, 1937. — ¹⁶ T. Fuji, Kaku, H. Kozuma u. K. Masuda, Taiwan-Igakkai-Zasshi Bd. 32, 1933. — ¹⁷ Hencky, Die Wärmeverluste durch ebene Wände 1921, München.
-